



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

# AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SISTEMA ÚNICO DO SUS

ALDINE ANDRÉA OLIVEIRA DE SOUSA CABRAL

Catalogação na publicação  
Universidade Federal da Paraíba  
Biblioteca Setorial do CCEN  
Maria Teresa Macau - CRB 15/176

C117a Cabral, Aldine Andréa Oliveira de Sousa.  
Avaliação estatística do índice de desempenho do  
sistema único do SUS / Aldine Andréa Oliveira de  
Sousa Cabral.- João Pessoa, 2016.

68p. : il.-

Monografia (Bacharelado em Estatística) –  
Universidade Federal da Paraíba.  
Orientador: Profº Drº Hemílio Fernandes C. Coêlho.

1. Análise de regressão. 2. Indicadores do IDSUS.  
3. Análise de diagnóstico. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU: 519.233.5(043.2)

ALDINE ANDRÉA OLIVEIRA DE SOUSA CABRAL

AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO  
SISTEMA ÚNICO DO SUS

Monografia apresentada ao Curso  
de Bacharelado em Estatística da  
Universidade Federal da Paraíba,  
como requisito parcial para ob-  
tenção do Grau de Bacharel.

Área de Concentração: Regressão

Orientador: Prof. Dr. Hemílio  
Fernandes Campos Coêlho.

ALDINE ANDRÉA OLIVEIRA DE SOUSA CABRAL

AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO  
SISTEMA ÚNICO DO SUS

Monografia apresentada ao Curso  
de Bacharelado em Estatística da  
Universidade Federal da Paraíba,  
como requisito parcial para ob-  
tenção do Grau de Bacharel.  
Área de Concentração: Regressão

Monografia aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Hemílio Fernandes Campos Coêlho - UFPB  
ORIENTADOR

---

Profa. Dra. Maria Lídia Coco Terra - UFPB  
EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Tatiane Correia de Souza - UFPB  
EXAMINADORA

Dedico este trabalho e minha futura vida profissional aos meus queridos pais Alberto (In memoriam) e Aldinha, que no decorrer da minha vida, proporcionaram-me, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, procurar sempre em Deus à força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Por essa razão, gostaria de dedicar e reconhecer à vocês, minha imensa gratidão e sempre amor.

## Agradecimentos

Agradeço a DEUS, por todas as coisas que aconteceram ao longo da minha vida. Cada uma delas ajudaram na minha jornada acadêmica com muitas vitórias, derrotas e por me fazer acreditar que eu sou capaz.

Agradeço aos meus pais Alberto (In memorian) e Aldinha, aos meus irmãos Aldiane e Alberto Segundo, aos meus tios e aos meus primos pelos momentos de grandes encontros e felicidades.

Agradeço a minha tia e madrinha Marlinda Estrela por sempre está presente na minha vida, uma pessoa maravilhosa, carinhosa e sempre com uma palavra amiga e um bom conselho para dar.

Agradeço a minha família do coração, minha madrinha de Crisma Cícera, Reinaldo, Marcela, Marylia, Daniel e meu sobrinho Juan, obrigada pela nossa amizade e companheirismo.

Agradeço ao meu orientador professor Hemílio, obrigada pela sua confiança, orientação, disponibilidade, incentivo e apoio durante o período da minha monografia e ao longo da minha graduação.

Agradeço a professora Tatiene, obrigada por sua amizade, conselhos e pelos valiosos ensinamentos, mais que uma professora, uma grande mulher, amiga e influência na minha futura vida profissional.

Agradeço as professoras participantes da banca examinadora que dividiram comigo este momento tão importante e esperado: Maria Lídia e Tatiene.

Aos professores, Ana Flávia e João Aguinaldo, muito obrigada pelo conhecimento, pelo apoio, e pela amizade durante todo período da minha graduação. Vocês são os profissionais que me inspiram.

Agradeço aos professores e funcionários do Departamento de Estatística, por me proporcionar uma convivência harmoniosa, dedicação, desempenho, troca de conhecimentos que foram tão importantes na minha vida acadêmica e pessoal.

Agradeço as minhas amigas Conceição e Nathalia Cadete, duas pessoas especiais que Deus colocou no meu caminho, joias preciosas que guardarei sempre em meu coração. Obrigada por vocês fazerem parte da minha vida e por dividir comigo todos os momentos de alegria,, tristeza, pela amizade e pelo apoio incondicional.

Agradeço aos meus amigos Flaviano, Francisco e minhas amigas Alice, Edileuza, Flávia, Josélia, Kamyla, Lígia Moura, Patricia Vidal, Rizelda, Rosa, Solange, obrigada por todo apoio e cumplicidade, que mesmo distantes, estavam presentes em minha vida.

Agradeço a minha amiga Danielle e toda a sua família, vocês extraíram o melhor de mim, omitindo os defeitos que até eu gostaria de esconder. Obrigada pela sua amizade e seu carinho.

Agradeço aos meus amigos da graduação, entre eles, Alisson Oliveira, Alisson dos Santos, Andreza, Camila Ribeiro, Camila Ravena, Geisislane, Henrique, Ianne, Jodavid, Lígia Maia, Maizza, Marina, Marília, Ramon, Saul e tantos outros, obrigada por estarem sempre ao meu lado nos momentos de estudo e de descontração.

Agradeço a minha amiga Michelle, obrigada pela a sua amizade, nossos trabalhos, nossas loucuras e por tudo que me ajudou e apoiou nesses anos de graduação.

Agradeço a minha amiga Jéssica, obrigada pela sua amizade e companheirismo desde 2013, pelos seus inúmeros conselhos que sempre disponibilizou, pelas palavras de estímulos, muito obrigada ao PROCON Paraíba por esta amizade.

“Os sonhos são como uma bússola, indicando os caminhos que seguiremos e as metas que queremos alcançar. São eles que nos impulsionam, nos fortalecem e nos permitem crescer”.

**Augusto Cury**



## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o índice global de desempenho do SUS dos municípios brasileiros, o qual foi calculado a partir de uma lista de 24 indicadores do Sistema Único de Saúde - SUS e com os mesmos criamos um indicador de média global. Através da análise de regressão, buscou-se inferir quais destes indicadores, somados a outras variáveis como IDH e variáveis relacionadas a doenças, afetam diretamente a qualidade do indicador global dos municípios, segundo região. Espera-se que este trabalho tenha impacto direto em apontar evidências acerca dos serviços de saúde que são mais importantes para o conjunto de municípios brasileiros.

Palavras - Chaves: Indicadores do IDSUS, Modelo de regressão, análise de diagnóstico.

## **Abstract**

This study aimed to assess the overall performance index of the Unified Health System of Brazil - SUS for all cities in each region of Brazil, which was calculated from a list of 24 indicators of the Unified Health System - SUS and with them we created an indicator of global average. Through regression analysis, the main goal of this work is establish which of these indicators, in addition to other variables such as HDI and variables related to diseases, directly affect the quality of the overall indicator of the cities, according to region. It is expected that this work has direct impact to point out evidence about the health services.

Keywords: Indicators IDSUS, Regression Analysis, Diagnostic Analysis.

## **Lista de Siglas**

**SUS** - Sistema Único de Saúde.

**IDSUS** - Índice de desempenho do Sistema Único de Saúde.

**ABRASCO** - Associação Brasileira de Pós-graduação em Saúde Coletiva.

**FIOCRUZ** - Fundação Oswaldo Cruz.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**SF** - Saúde da Família.

**ISAB** - Internações Sensíveis a Atenção Básica.

**MS** - Ministério da Saúde.

**SES** - Secretarias Estaduais de Saúde.

**SMS** - Secretarias Municipais de Saúde.

**LCSP** - Laboratórios Central de Saúde Pública.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**SINASC** - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos.

**SIM** - Sistema de Informações sobre Mortalidade.

**CNES** - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde.

**SIH** - Sistema de Informações Hospitalares.

**SIA** - Sistema de Informações Ambulatoriais.

**SI-PNI** - Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações.

**SINAN** - Sistema Nacional de Informações de Agravos de Notificação.

**SIAB** - Sistema de Informações de Atenção Básica.

**TBC** - Tuberculose Pulmonar Bacilífera.

**UTI** - Unidade Terapia Intensiva.

**IAM** - Infarto Agudo do Miocárdio.

- COBATB** - Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde.
- COBATBUC** - Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde bucal.
- PRPRENAT7** - Proporção de nascidos vivos de mães com 7 ou mais consultas de pré-natal.
- RZCITO** - Razão de exames de mamografia realizados em mulheres de 50 a 69 e a população da mesma etária.
- RZMAMOGR** - Razão de exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e a população da mesma faixa etária.
- RZPAMC** - Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente.
- RZINTCCMC** - Razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente.
- RZPAAC** - Razão de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade selecionados e população residente.
- RZINTCCAC** - Razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residente.
- PRACHOACD** - Proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para não residentes.
- PRPAMCNR** - Proporção de internações de média complexidade para não residentes.
- PRPAACNR** - Proporção de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados para não residentes.
- PRINTMCNR** - Proporção de internações de alta complexidade para não residentes.
- PRINTACNR** - Proporção de acesso hospitalar dos óbitos por acidente.
- PRISAB** - Cobertura com a vacina tetravalente.
- TXSICONG** - Taxa de incidência de sífilis Congênita.
- PRCURATB** - Proporção de cura de casos novos de tuberculose pulmonar bacilífera (TBC).
- PRCURAHANS** - Proporção de cura dos casos novos de hanseníase.

- COBTETRAV1** - Proporção de internações sensíveis à atenção básica (ISAB).
- MESCOVDS** - Média da ação coletiva de escovação dental supervisionada.
- PREXODON** - Proporção de exodontia em relação aos procedimentos.
- PRPARTON** - Proporção de parto normal.
- PROBM15UTI** - Proporção de óbitos em menores de 15 anos que usaram Unidades de Terapia Intensiva (UTI).
- PROBIAM** - Proporção de óbitos nas internações por infarto agudo do miocárdio (IAM).

# Sumário

<b>1</b>	<b>Apresentação do IDSUS</b>	<b>1</b>
1.1	Introdução . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Apresentação dos indicadores do IDSUS</b>	<b>5</b>
2.1	Indicadores de Saúde . . . . .	5
2.2	Método de Bayes Empírico . . . . .	6
2.3	Indicadores do IDSUS . . . . .	7
2.3.1	Acesso potencial ou obtido na Atenção Básica . . . . .	7
2.3.2	Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média Complexidade . . . . .	9
2.3.3	Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Alta Complexidade, Referência de Média e Alta Complexidade e Urgência e Emergência . . . . .	12
2.3.4	Índice de Efetividade da Atenção Básica . . . . .	18
2.3.5	Índice de Efetividade da Atenção de Média e Alta Complexidade, Urgência e Emergência . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Modelo de Regressão</b>	<b>26</b>
3.1	Regressão Linear Múltipla . . . . .	26
3.2	Análise de Variância . . . . .	28
3.3	Coefficiente de Determinação . . . . .	28
3.4	Diagnóstico na Análise de Regressão . . . . .	28
3.4.1	Linearidade da função de regressão . . . . .	29
3.4.2	Homocedasticidade (Homogeneidade de variância dos erros) . . . . .	29
3.4.3	Independência dos erros . . . . .	29
3.4.4	Normalidade dos erros . . . . .	29
3.4.5	Matriz de projeção H e Alavancagem . . . . .	29
3.4.6	Deteção de outliers . . . . .	30
3.4.7	Resíduos . . . . .	30
3.4.8	Resíduos Studentizado . . . . .	31

3.4.9	Pontos de Influência . . . . .	31
3.4.10	Multicolinearidade . . . . .	31
3.5	Método de Stepwise . . . . .	32
3.6	Critério de Informação de Akaike (AIC) . . . . .	32
3.7	Teste de Bonferroni . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussões</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Anexos</b>	<b>48</b>
6.1	A rotina do programa R . . . . .	48

# Lista de Figuras

4.1	Média global dos indicadores por regiões brasileiras . . . . .	35
4.2	Histograma do indicador média global . . . . .	37
4.3	Gráficos do Normal QQ . . . . .	42
4.4	Valores ajustados x resíduos do modelo . . . . .	42
4.5	Distribuição Residual Studentizado . . . . .	43
4.6	Gráfico de Alavacagem . . . . .	43
4.7	Gráfico da Distância de COOK . . . . .	44



# Lista de Tabelas

4.1	Média dos indicadores do IDSUS . . . . .	36
4.2	Estimativas do modelo ajustado . . . . .	39
4.3	Avaliando os Outliers . . . . .	44

# Capítulo 1

## Apresentação do IDSUS

### 1.1 Introdução

O Sistema Único de Saúde (SUS) é um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo. Foi criado em 1988 pela Constituição Federal Brasileira, e abrange todos os tipos de atendimentos ambulatorial e hospitalares.

Com a chegada do SUS, toda a população brasileira passou a ter direito à saúde universal e gratuita, sem discriminação, financiada com recursos provenientes dos orçamentos da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal. Fazem parte do SUS, os postos de saúde, os hospitais públicos (inclusive os hospitais universitários), os laboratórios e hemocentros.

Um dos grandes programas do SUS é a Estratégia de Saúde da Família (ESF), a qual foi criada pelo Ministério da Saúde em 1994 com o propósito de orientar a organização da Atenção Básica. [SAÚDE DA FAMÍLIA NO BRASIL, 2008]. Cada equipe da Estratégia de Saúde da Família é constituída por médico clínico, médico clínico geral, médico ginecologista e obstetra, cirurgião ginecológico, ginecologista, médico pediatra, hebeatra, médico de criança, neonatologista, cirurgião-dentista, clínico geral dentista, odontologista, esses profissionais são codificados pelo Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), segundo a sua especialidade. A importância dessa equipe é alimentar dados para o mapa da saúde brasileira, que é composto por um Ministério da Saúde (MS), Secretarias Estaduais de Saúde (SES), Secretarias Municipais de Saúde (SMS), Conselhos de Saúde municipais, estaduais, Distrito Federal e um nacional, 28.100 equipes de saúde da família, 5.900 hospitais, 10.833 postos de saúde, 59 Laboratórios Central de Saúde Pública (LACEN) entre outros.

No ano de 2010, 140 milhões de pessoas já possuíam o SUS como sendo o seu único acesso aos serviços de saúde. O SUS também desenvolve ações

importantes como a vacinação e o controle das doenças. Vários são os serviços oferecidos a população pelo SUS, entre eles: assistência farmacêutica, atenção à saúde, ciência e tecnologia, educação em saúde, sangue e hemoderivados, vigilância sanitária. Com o intuito de mordenizar e avaliar o SUS, no dia 1 de março de 2012, o Ministério da Saúde lançou o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS), com objetivo de avaliar a qualidade dos serviços públicos, que atendem a população de cada município brasileiro.

De acordo com Alexandre Padilha (o Ministro da Saúde em 2012), “O IDSUS 2012 é uma ferramenta que passa a ser incorporada na análise, a ser feita pelos gestores do Sistema Único de Saúde, para detectar falhas e pontos positivos na oferta de serviços e atendimento ao usuário”.

O fundamento teórico implantado pelo IDSUS utiliza o Projeto intitulado “Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação do Desempenho do Sistema de Saúde Brasileiro”, criado por meio da parceria entre a Associação Brasileira de Pós-graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO) e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) (VIACAVA Et al., 2004).

O IDSUS conta com 24 indicadores, onde cada um destes representa uma nota ou pontuação. A nota do desempenho do SUS varia de 0 a 10, no qual mostra a distância entre a situação atual e a desejada. Os indicadores são definidos segundo áreas assistenciais, a saber:

### **Área 1: Indicadores de Acesso potencial ou obtido na Atenção Básica**

- 1.1 Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde.
- 1.2 Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde bucal.
- 1.3 Proporção de nascidos vivos de mães com 7 ou mais consultas de pré-natal.

### **Área 2: Indicadores de Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média Complexidade**

- 2.1 Razão de exames de mamografia realizados em mulheres de 50 a 69 e a população da mesma faixa etária.
- 2.2 Razão de exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e a população da mesma faixa etária.
- 2.3 Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente.

2.4 Razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente.

### **Área 3: Indicadores de Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Alta Complexidade, Referência de Média e Alta Complexidade e Urgência e Emergência**

3.1 Razão de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade selecionados e população residente.

3.2 Razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residente.

3.3 Proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para não residentes.

3.4 Proporção de internações de média complexidade para não residentes.

3.5 Proporção de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados para não residentes.

3.6 Proporção de internações de alta complexidade para não residentes.

3.7 Proporção de acesso hospitalar dos óbitos por acidente.

### **Área 4: Indicadores de Efetividade da Atenção Básica**

4.1 Cobertura com a vacina tetravalente.

4.2 Taxa de Incidência de Sífilis Congênita.

4.3 Proporção de cura de casos novos de tuberculose pulmonar bacilífera (TBC).

4.4 Proporção de cura dos casos novos de hanseníase.

4.5 Proporção de internações sensíveis à atenção básica (ISAB).

4.6 Média da ação coletiva de escovação dental supervisionada.

4.7 Proporção de exodontia em relação aos procedimentos.

## **Área 5: Indicadores de Efetividade da Atenção de Média e Alta Complexidade, Urgência e Emergência**

5.1 Proporção de parto normal.

5.2 Proporção de óbitos em menores de 15 anos que usaram Unidades de Terapia Intensiva (UTI).

5.3 Proporção de óbitos nas internações por infarto agudo do miocárdio (IAM).

As fontes de dados indicadores são: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SI-NASC), Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS), Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS), Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI), Sistema Nacional de Informações de Agravos de Notificação (SINAN), Sistema de Informações de Atenção Básica (SIAB).

Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento dos indicadores do IDSUS e outras variáveis em relação ao indicador de média global que foi criado a partir dos indicadores do IDSUS (2011), de todos os municípios brasileiros. Através de uma regressão múltipla para finalidade de identificar as variáveis mais importantes .

## Capítulo 2

# Apresentação dos indicadores do IDSUS

### 2.1 Indicadores de Saúde

Os indicadores são medidas que contêm informações sobre a qualidade dos serviços de saúde prestados a população do SUS.

A construção dos indicadores de saúde é necessária para analisar a situação atual de saúde, fazer comparações, avaliar mudanças ao longo do tempo. Os indicadores podem ser: números absolutos, razões, proporções, taxas, índices.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, os indicadores gerais podem subdividir-se em três grupos:

1. Aqueles que tentam traduzir a saúde ou sua falta em um grupo populacional;
2. Aqueles que se referem às condições do meio e que têm influência sobre a saúde;
3. Aqueles que procuram medir os recursos materiais e humanos relacionados às atividades de saúde.

A organização do Sistema de Saúde brasileira é composta pela relação entre o sistema público constituído por hospitais públicos, redes de atenção básica, programas de saúde familiar, entre outros, e o setor privado como hospitais particulares, clínicas, laboratórios e consultórios, serviços prestados por planos e seguros de saúde, a chamada saúde suplementar.

Alguns indicadores demográficos são também considerados indicadores de saúde, como as taxas de mortalidades, natalidade, especificidades de fecundidade, entre outras.

## 2.2 Método de Bayes Empírico

Muitos dos indicadores apresentados neste trabalho utilizam este método. O método bayes empírico é uma metodologia estatística em que o ajuste reduz a variação do resultado de indicadores em pequenas populações pelo acréscimo ou subtração de poucas unidades no numerador, isto é, uma tentativa de controlar o problema.

O método de bayes empírico, também conhecidos como método de contração (shrinkage methods, em inglês) é um dos mais simples e práticos métodos de estimação bayesiana. Ele é utilizado para reajustar os indicadores calculados por métodos convencionais. O cálculo ajustado é dado da seguinte forma:

$$RAI = (TB \times FA) + (TMTO) \times (1 - FA),$$

em que:

*RAI*: Resultado ajustado do indicador;

*TB*: Taxa bruta ou taxa sem ajuste;

*FA*: Fator de ajuste;

*TMTO*: Taxa média de todas as operadoras.

O fator de ajuste é calculado especificamente para cada indicador. Esse fator depende da dispersão dos valores das taxas entre operadora e aumenta progressivamente, de zero (0) a um (1), conforme aumenta o denominador do indicador (número de beneficiários da operadora expostos ao evento ou ao procedimento).

Quanto menor o valor do denominador do indicador, mais próximo de zero (0) será o Fator de Ajuste, fazendo com que a taxa bruta calculada para que a própria operadora contribua pouco no valor da taxa estimada, ficando esta muito próxima ao valor da taxa média de todas as operadoras.

Por outro lado, quanto maior o valor do denominador do indicador, mais próximo de um (1) será o fator de ajuste, fazendo com que o valor da taxa estimada seja muito próximo ao valor da taxa bruta da operadora, com pouca influência da taxa média de todas as operadoras.

Um terceiro fator que afeta o grau de ajuste é a dispersão das taxas individuais das operadoras em torno da taxa média de todas as operadoras do setor. Quanto maior for esta dispersão, menor será o fator de ajuste. Este terceiro fator afeta globalmente o ajuste de todas as operadoras.

## 2.3 Indicadores do IDSUS

De acordo com o Ministério da Saúde (2012), o Índice de Desempenho do SUS (IDSUS), no que se refere ao acesso (potencial ou obtido) e à efetividade das várias dimensões do Sistema são: Atenção Básica, Atenção Ambulatorial e Hospitalar, Urgências e Emergências.

Os parâmetros adotados pelo IDSUS foram os resultados médios encontrados para a população do SUS de todos os municípios brasileiros. Segundo o IDSUS, seguem os seguintes critérios, divididos em três dimensões:

- i. Demográfico social;
- ii. Saúde, atenção médica no óbito e qualidade da informação;
- iii. Estrutura do sistema de saúde existente nos municípios.

### 2.3.1 Acesso potencial ou obtido na Atenção Básica

**Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde.**

O indicador mede a cobertura das equipes da atenção básica à saúde, com objetivo de avaliar as informações sobre de quantidade e qualidade dos atendimentos realizados de uma população residente em um determinado território.

$$COBATB = \frac{(MESF+MCH)}{P} \times 3000,$$

em que:

*COBATB*: Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde.

*MESF*: Número médio de equipes da saúde da família;

*MCH*: Número médio de equipes formadas pela soma de cada 60 horas semanais da clínica médica, ginecologia e pediatria;

*P*: População do município no ano avaliado segundo o censo do IBGE.



### **Cobertura estimada da população residente pelas equipes de saúde bucal da atenção básica.**

O indicador que mede a disponibilidade das ESB da atenção básica para a população residente de um determinado município. Quanto maior for a cobertura maior o potencial dos serviços de odontologia básica para a população e facilidade de acesso aos serviços odontológicos.

$$COBSBUC = \frac{MESFB+MCD}{P} \times 3000,$$

em que:

*COBSBUC*: Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde.

*MESFB*: Número médio mensal de equipes Saúde Bucal da Saúde da Família;

*MCD*: Número médio anual das cargas horárias de 60h semanais dos dentistas;

*P*: População do município no ano avaliado segundo o censo do IBGE.

### **Proporção de nascidos vivos de mães com sete ou mais consultas de pré-natal, por local de residência da mãe.**

O indicador para avaliar a cobertura dos atendimentos de pré-natal das gestantes, identificando situações de desigualdades e tendências que demandam ações e estudos específicos. Com objetivo de contribuir na análise sobre a qualidade da assistência pré-natal em associação com outros indicadores, tais como a mortalidade materna e infantil.

$$PRPRENAT7 = \frac{NV7C}{NV} \times 100,$$

em que:

*PRPRENAT7*: Proporção de nascidos vivos de mães com sete ou mais consultas de pré-natal;

*NV7C*: Número de nascidos vivos de sete ou mais consultas;

*NV*: Nascidos vivos.

### 2.3.2 Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média Complexidade

**Razão entre exames de mamografia em mulheres de 50 a 69 anos e população feminina da mesma faixa etária e local de residência.**

O indicador que mede a relação entre o número de exames de mamografia, nas mulheres de 50 a 69 anos, financiados pelo SUS e a população feminina da mesma faixa etária, residentes em um município, no período de dois anos.

Para as mulheres de 50 a 69 anos de idades, recomenda-se realizar uma mamografia, a cada dois anos (MS, Caderno de Atenção Básica Número13, 2013).

$$RZMAMOGR = \frac{NM}{P_F} ,$$

em que:

*RZMAMOGR*: Razão entre exames de mamografia em mulheres;

*NM*: Número de mamografias realizadas em mulheres de 50 a 69 anos, em determinado município e ano;

*P<sub>F</sub>*: População feminina na faixa etária da mesma faixa etária.

**Razão entre exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e população feminina da mesma faixa etária e local de residência**

O indicador que mede a relação entre o número de exames citopatológicos do colo do útero, também conhecido com papanicolau, nas mulheres de 25 a 59 anos e a população feminina de mesma faixa etária, residente no mesmo município, no período de 3 anos, realizados e pagos pelo SUS.

$$RZCITO = \frac{ECCU}{P_F} ,$$

em que:

*RZCITO*: Razão entre exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e população feminina da mesma faixa etária;

*ECCU*: Número de exames citopatológicos do colo do útero, em mulheres de 25 a 59 anos;

*P<sub>F</sub>*: População feminina da mesma faixa etária.

**Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente.**

O indicador mede a relação entre a produção de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e a população, financiados pelo SUS, em um determinado município, no último ano.

$$RZPAMC = (RIEPAMC(1)) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RZPAMC*: Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente;

*RIEPAMC*(1): RIE de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para residentes no município com ajuste pelo bayes empírico (1);

*RMI*(2): Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NPAMCRM}{NPAMETRM} ,$$

em que:

*RIE*: Razão entre informados e esperados;

*NPAMCRM*: Número de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para residentes do município;

*NPAMETRM*: Número de procedimentos ambulatoriais de média complexidade esperados para todos os residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina.

Para calcular RIE com ajuste pelo método bayes empírico:

$$RIEMABE = (RIESA) \times (FABE) + (RIEMGH) \times (1 - FABE),$$

em que:

*RIEMABE*: RIE do município com ajuste pelo bayes empírico;

*RIESA*: RIE do município sem ajuste;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RIEMGH*: RIE média do grupo homogêneo de municípios da mesma região brasileira em que se localiza o município.

Para calcular o resultado médio do indicador nos municípios de Referência (2).

$$RMI(2) = \frac{NPAMC}{P_{SUS}},$$

em que:

*MPAMC*: Número de procedimentos ambulatoriais de média complexidade;

*P<sub>SUS</sub>*: População exclusivamente SUS.

#### **Razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente.**

O indicador mede a relação entre o número de internações hospitalares clínico-cirúrgicas de média complexidade, (com exceção da psiquiátricas e obstétricas) e a população residente no município.

$$RZINTCCMC = (RIECCMC(1)) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RZINTCCMC*: Razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente;

*RIECCMC(1)*: RIE de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade para residentes no município com ajuste pelo bayes empírico;

*RMI(2)*: Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NCCMCRM}{NCCMETRM},$$

em que:

*NCCMCRM*: Número de internações clínicos-cirúrgicas de média complexidade para residentes do município;

*NCCMETRM*: Número de internações clínicos-cirúrgicas de média complexidade esperados para todos os residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina.

Para calcular o RIE com ajuste pelo método Bayes empírico:

$$RIEMABE = (RIESA) \times (FABE) + (RIEMGH) \times (1 - FABE),$$

em que:

*RIEMABE*: RIE do município com ajuste pelo bayes empírico;

*RIESA*: RIE do município sem ajuste;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RIEMGH*: RIE média do grupo homogêneo de municípios da mesma região brasileira em que se localiza o município.

Para calcular Resultado médio do indicador nos municípios de Referência (2).

$$RMI(2) = \frac{NICCMC}{P_{SUS}},$$

em que:

*NICCMC*: Número de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade para residentes nos municípios de referência;

*P<sub>SUS</sub>*: População exclusivamente SUS.

### **2.3.3 Acesso obtido na Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Alta Complexidade, Referência de Média e Alta Complexidade e Urgência e Emergência**

**Razão de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade selecionados e população residente.**

O indicador mede a relação entre o número de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade realizados e financiados pelo SUS, de uma população residente no mesmo município.

Para avaliar quanto à atenção especializada ambulatorial de média complexidade, realizada tanto no próprio município, quanto a que é encaminhada e realizada em outros municípios, polos de uma região, de um estado ou nacional.

$$RZPAAC = (RIEPAAC) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RZPAAC*: Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de alta complexidade e população residente;

*RIEPAAC*: RIE de procedimentos ambulatoriais selecionados de alta complexidade para residentes no município com ajuste pelo bayes empírico;

*RMI(2)*: Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NPAACRM}{NPAACETRM} ,$$

em que:

*NPAACRM*: Número de procedimentos ambulatoriais selecionados de alta complexidade para residentes do município;

*NAACETRM*: Número de procedimentos ambulatoriais selecionados de alta complexidade esperados para todos os residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina.

Para calcular o RIE com ajuste pelo método de método Bayes empírico:

$$RIEMABE = (RIESA) \times (FABE) + (RIEMGH) \times (1 - FABE),$$

em que:

*RIEMABE*: RIE do município com ajuste pelo bayes empírico;

*RIESA*: RIE do município sem ajuste;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RIEMGH*: RIE média do grupo homogêneo de municípios da mesma região brasileira em que se localiza o município.

Para calcular o resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

$$RMI(2) = \frac{NPAAC}{P_{SUS}},$$

em que:

*NPAAC*: Número de procedimentos ambulatorial de alta complexidade para residentes nos municípios de referência;

*P<sub>SUS</sub>*: População exclusivamente SUS.

### **Razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residente.**

O indicador mede a relação entre o número de internações hospitalares clínico-cirúrgicas de alta complexidade, (com exceção da psiquiátricas e obstétricas) e a população residente do município, indicando o acesso obtido ou cobertura realizada para tais procedimentos.

$$RICCAC = (RIEICCA) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RICCAC*: Razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residentes;

*RIEICCA*: RIE de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade para residentes no município com ajuste pelo bayes empírico;

*RMI(2)*: Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão entre informados esperados é igual:

$$RIE = \frac{NCCACRM}{NCCCETRM} ,$$

em que:

*NCCACRM*: Número de internações clínicos-cirúrgicos selecionados de alta complexidade para residentes do município;

*NCCCETRM*: Número de internações clínicos-cirúrgicos selecionados de alta complexidade esperados para todos os residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina.

Para calcular a RIE com ajuste pelo bayes empíricos:

$$RIEMABE = (RIESA) \times (FABE) + (RIEMGH) \times (1 - FABE),$$

em que:

*RIEMABE*: RIE do município com ajuste pelo bayes empírico;

*RIESA*: RIE do município sem ajuste;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RIEMGH*: RIE média do grupo homogêneo de municípios da mesma região brasileira em que se localiza o município.

Para calcular o resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

$$RMI(2) = \frac{NICCAC}{P_{SUS}},$$

em que:

*NICCAC*: Número de internações clínicos-cirúrgicos de alta complexidade para residentes nos municípios de referência;

*P<sub>SUS</sub>*: População exclusivamente SUS.

**Proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para não residentes.**

O indicador que mede a capacidade do município de realizar procedimentos ambulatoriais de média complexidade para não residentes em relação à produção total do Brasil, permitindo a comparação entre todos os municípios independentemente do porte.

$$PPAMCNR = \frac{(NTPAMCRM)-(NTPAMCR)}{NTPAMCNR},$$

em que:

*PPAMCNR*: Proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade para não residentes;

*NTPAMCRM*: Número total de procedimentos ambulatoriais de média complexidade realizados pelo município;

*NTPAMCR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de média complexidade realizados para os seus residentes;

*NTPAMCR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de média complexidade destinados aos não residentes do Brasil.



### **Proporção de internações de média complexidade para não residentes.**

O indicador que mede a capacidade do município em realizar internações de média complexidade não residentes em relação à produção total do Brasil permitindo a comparação entre todos os municípios independente do porte.

$$PIMCNR = \frac{(NTIMCRM)-(NTIMCR)}{NTIHMC},$$

em que:

*PIMCNR*: Proporção de internações de média complexidade para não residentes;

*NTIMCR*: Número total de internações de média complexidade realizados pelo município;

*NTPAMCR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de média complexidade realizados para os seus residentes;

*NTIHMC*: Número total de internações hospitalares de média complexidade destinados aos não residentes do Brasil.

### **Proporção de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados para não residentes.**

O indicador que mede a capacidade do município de realizar procedimentos ambulatoriais de alta complexidade para não residentes, em relação à produção total do Brasil, permitindo a comparação entre todos os municípios, independentemente do porte.

$$PPAACNR = \frac{(NTPAACRM)-(NTPAACR)}{NTPAACR},$$

em que:

*PPAACNR*: Proporção de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade para não residentes;

*NTPAACRM*: Número total de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados pelo município;

*NTPAACR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados para os seus residentes;

*NTPAACNR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade destinados aos não residentes do Brasil.

### **Proporção de internações de alta complexidade para não residentes.**

O indicador que mede a capacidade do município em realizar internações de alta complexidade para não residentes em relação à produção total do Brasil, permitindo a comparação entre todos os municípios, independentemente do porte.

$$PIACNR = \frac{(NTIACRM) - (NTIACR)}{NTIHAC},$$

em que:

*PIACNR*: Proporção de internações de alta complexidade para não residentes;

*NTIACR*: Número total de internações de alta complexidade realizados pelo município;

*NTPAACR*: Número total de procedimentos ambulatoriais de alta complexidade realizados para os seus residentes;

*NTIHAC*: Número total de internações hospitalares de alta complexidade destinados aos não residentes do Brasil.

### **Proporção de acesso hospitalar dos óbitos por acidente.**

O indicador mede percentual de pessoas que foram a óbito por acidentes, cujo local de ocorrência do óbito, marcado na declaração de óbito, tenha sido o hospital em relação ao total de óbitos por acidente, independentemente do local de ocorrência (rua, domicílio, hospital ou outra unidade de saúde).

Com objetivo de avaliar a suficiência e eficiência da atenção pré-hospitalar e hospitalar, auxiliando na avaliação, planejamento e adequada estruturação da rede de atenção à urgência e emergência.

$$RPAI = (RD) \times (FABE) + (RMTMR - (1 - FABE)),$$

em que:

*RPAI*: Resultado padronizado e ajustado do indicador;

*PAHOA*: Proporção de acesso hospitalar dos óbitos por acidente;

*RD*: Resultado direto;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RM TMR*: Resultado médio de todos os municípios da mesma região brasileira a que pertence o município.

O resultado direto obtido desse indicador, ou seja, o quociente da divisão, numerador pelo denominador, é ajustado pela metodologia estatística do bayes empírico.

Cálculo do resultado direto é igual ao:

$$RD = \frac{NORH}{NTO},$$

em que:

*RD* : Resultado direto;

*NORH* : Número de óbitos de residentes de determinado de uma determinada causa, cujo o óbito tenha acontecido no hospital;

*NTO* : Número total de óbitos pelas mesmas causas e de residentes do mesmo município, independentemente do local de ocorrência do óbito.

## 2.3.4 Índice de Efetividade da Atenção Básica

### Cobertura com a vacina tetravalente.

Um indicador sobre a cobertura da vacina tetravalente (contra difteria, coqueluche, tétano e *haemophilus influenzae* tipo b), nas crianças menores de um ano, em uma determinada população. Com objetivo de medir a efetividade do programa de vacinação.

$$CVT = \frac{CMAV3}{P_C} \times 100,$$

em que:

*CVT* : Cobertura com a vacina tetravalente em menores de 1 ano;

*CMAV3* : Número de crianças menores de um ano vacinadas com a 3ª dose da tetravalentes;

*P<sub>C</sub>*: População de crianças menores de um ano.

### **Taxa de Incidência de Sífilis Congênita.**

Um indicador que analisar o número de casos novos de sífilis congênita, na população residente em um determinado território. Essa doença pode ser diagnosticada e tratada em duas situação durante a gestação através do pré natal e no parto.

$$TXSIFCONG = (RD) \times (FABE) + (RMTMR - (1 - FABE)),$$

em que:

*TXSIFCONG*: Proporção de acesso hospitalar dos óbitos por acidente;

*RD*: Resultado direto;

*FABE*: Fator de ajuste bayes específico do município;

*RMTMR*: Resultado médio de todos os municípios da mesma região brasileira a que pertence o município.

Cálculo do resultado direto é igual ao:

$$RD = \frac{NSCM1}{NVMR},$$

em que:

*RD*: Resultado direto;

*NSCM1*: Número de casos de sífilis congênita em menores de 1 anos, residentes município;

*NVMR*: Número de nascidos vivos mães residentes no município.

### **Proporção de cura de casos novos de tuberculose pulmonar bacilífera (TBC).**

O indicador representa o percentual de casos novos de tuberculose pulmonar bacilífera curados por residentes em determinado município no período avaliado.

O resultado do tratamento de tuberculose, a diminuição da transmissão, além de verificar indiretamente a qualidade da assistência aos pacientes.

$$PRCURATB = \frac{NTPBC}{NTPB} \times 100$$

em que:

*PRCURATB*: Proporção de cura de casos novos de tuberculose pulmonar bacilífera (TBC);

*NTPBC*: Número de indivíduos com tuberculose pulmonar bacilífera curados da coorte do período;

*NTPB* : Número total de indivíduos da coorte com tuberculose pulmonar bacilífera.

### **Proporção de cura dos casos novos de hanseníase.**

O indicador representa o percentual de curados entre os casos novos de hanseníase, residentes em um município. Com objetivo de avaliar a efetividade do tratamento e a qualidade de assistência aos pacientes com hanseníase.

$$PCCNH = \frac{CNCH}{Total} \times 100,$$

em que:

*PCCNH*: Proporção de cura dos casos novos de hanseníase;

*CNCH*: Casos novos residentes em determinado município, diagnosticados nos anos das coortes e curados até 31 de dezembro do ano de avaliação;

*Total*: São todos os casos novos residentes no mesmo município e diagnosticados nos anos das coortes.

### **Proporção de internações sensíveis à atenção básica (ISAB).**

A razão entre as internações sensíveis à atenção básica (ISAB) e o total de internações clínico-cirúrgicas por residentes em um determinado município por período avaliado.

$$PRISAB = (RIEISABC) \times (RMI(2)),$$

em que:

*PRISAB*: Proporção de internações sensíveis à atenção básica (ISAB);

*RIEISABC*: RIE de internações sensíveis à atenção básica (ISAB) de residentes no município com ajuste pelo bayes empírico;

$RMI(2)$ : Resultado médio do indicador nos Municípios de Referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NISAB}{NCCCETRM} ,$$

em que:

$NISAB$ : Número de internações sensíveis à atenção básica (ISAB) de residentes do município;

$NCCCETRM$ : Número de internações sensíveis à atenção básica (ISAB) esperados para todos os residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina.

Para calcular a RIE com ajuste pelo bayes empíricos:

$$RIEMABE = (RIESA) \times (FABE) + (RIEMGH) \times (-FABE),$$

em que:

$RIEMABE$ : RIE do município com ajuste pelo bayes Empírico;

$RIESA$ : RIE do município sem ajuste;

$FABE$ : Fator de ajuste bayes específico do município;

$RIEMGH$ : RIE média do grupo homogêneo de municípios da mesma região brasileira em que se localiza o município.

Para calcular resultado médio do indicador nos municípios de Referência (2).

$$RMI(2) = \frac{NISAB}{NTIC} ,$$

em que:

$NISAB$ : Número de internações sensíveis à atenção básica (ISAB) nos municípios de referência;

$NTIC$ : Número total de internações clínicas nos municípios de referência.

### **Média da ação coletiva de escovação dental supervisionada.**

Razão entre o número médio mensal de residentes que participaram de ação coletiva de escovação dental, supervisionada no ano e a população de determinado município.

$$MESCOVDS = \frac{NMPACED}{P} \times 100,$$

em que:

*MESCOVDS*: Média da ação coletiva de escovação dental supervisionada;

*NMPACED*: Número médio de pessoas participantes na ação coletiva de escovação dental supervisionada realizada com duração de 12 meses;

*P*: População local.

### **Proporção de exodontia em relação aos procedimentos.**

Percentual das extrações dentárias de residentes em determinado município e ano. Quanto menor for o percentual, maior será a qualidade do tratamento ofertado pela odontologia do município.

$$PREXODON = \frac{NTED}{Total}$$

em que:

*PREXODON*: Proporção de exodontia em relação aos procedimentos;

*NTED*: Número total de extrações dentárias em determinado município e período;

*Total*: Número de todos os procedimentos clínicos individuais preventivos e curativos selecionados no mesmo local e período.

## **2.3.5 Índice de Efetividade da Atenção de Média e Alta Complexidade, Urgência e Emergência**

### **Proporção de parto normal.**

Percentual de partos normais para todas as gestantes residentes. Esse indicador calcula a ocorrência de partos cesáreos em relação ao total, tanto os pagos pelo SUS, quanto os pagos pelos planos de saúde e pelo desembolso direto, em determinado município, no período avaliado.

$$RPAI = (RIEPNR) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RPAI*: Resultado padronizado e ajustado do indicador;

*RMI(2)*: Resultado médio do indicador nos municípios de Referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NPNR}{NPER},$$

em que:

*NPNR*: Número de partos normais de residentes do município;

*NPER*: Número de partos normais esperados para residentes do município, para cada faixa etária feminina em idade fértil.

**Cálculo do resultado médio do indicador nos municípios de referência para os parâmetros de Acesso à Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média a Alta Complexidade**

$$RMIMR = \frac{NPN}{NTP},$$

em que:

*RMIMR*: Resultado médio do indicador nos municípios de referência;

*NPN*: Número de partos normais;

*NTP*: Número total de partos.

**Proporção de óbitos em menores de 15 anos que usaram Unidades de Terapia Intensiva (UTIs).**

Percentual de óbitos ocorridos nas internações de menores de 15 anos com uso de UTI, por residente de determinado município, no período considerado. Com o objetivo de medir o risco de morte nas internações para os menores de 15 anos com uso de UTI.

$$RPAI = (RIEOIM15) \times (RMI(2)),$$

em que:



*RPAI*: Resultado padronizado e ajustado do indicador;

*RIEOIM15*: RIE de óbitos ocorridos nas internações de menores de 15 anos de residentes município com ajuste pelo bayes empírico (1);

*RMI*(2): Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual a:

$$RIE = \frac{NOIM15}{NOEIM15},$$

em que:

*NOIM15*: Número de óbitos ocorridos nas internações de menores de 15 anos de residentes do município;

*NOEIM15*: Número de óbitos esperados nas internações de menores de 15 anos, residentes do município, caso tivessem, para cada faixa etária feminina e masculina, os mesmos resultados médios desse indicador, calculado diretamente para as respectivas faixas etárias femininas e masculinas, dos municípios de referência, no período considerado.

**Calculo do resultado médio do indicador nos municípios de referência para os Parâmetros de Acesso à Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média a Alta Complexidade**

$$RMIMR = \frac{NPN}{NTP},$$

em que:

*RMIMR*: Resultado médio do indicador nos municípios de Referência;

*NPN*: Número de óbitos nas internações de menores de 15 anos;

*NTP*: Número total de internações de menores de 15 anos.

**Proporção de óbitos nas internações por infarto agudo do miocárdio (IAM).**

Percentual de óbitos ocorridos nas internações por infarto agudo do miocárdio (IAM), por residente, acima de 20 anos, em determinado município, no período considerado. Para avaliar o risco de morrer por infarto agudo do miocárdio (IAM), após a internação por tal causa e indiretamente o atraso do atendimento pré-hospitalar e no diagnóstico.

$$RPAI = (RIEOIIAM) \times (RMI(2)),$$

em que:

*RPAI*: Resultado padronizado e ajustado do indicador;

*RIEOIIAM*: RIE de óbitos ocorridos nas internações por IAM de residentes município com ajuste pelo bayes empírico (1);

*RMI(2)*: Resultado médio do indicador nos municípios de referência (2).

Cálculo da razão de informados esperados é igual ao:

$$RIE = \frac{NOIIAM}{NOEIIAM},$$

em que:

*NOIIAM*: Número de óbitos ocorridos nas internações por IAM de residentes do municípios;

*NOEIIAM*: Número de óbitos esperados nas internações por IAM de residentes do município caso ele tivesse, para cada faixa etária feminina e masculina, os mesmos resultados médios desse indicador, calculado diretamente para as respectivas faixas etárias femininas e masculinas, dos municípios de referência, no período considerado.

**Calculo do resultado médio do indicador nos municípios de referência para os Parâmetros de Acesso à Atenção Ambulatorial e Hospitalar de Média a Alta Complexidade**

$$RMIMR = \frac{NOIIAM}{NTIAM},$$

em que:

*RMIMR*: Resultado médio do indicador nos municípios de Referência;

*NOIIAM*: Número de óbitos nas internações de por IAM;

*NTIAM*: Número total de internações de por IAM.

# Capítulo 3

## Modelo de Regressão

### 3.1 Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla é um método estatística de previsão de valores de uma variável dependente através de um conjunto de variáveis independentes. A teoria é uma extensão da análise de regressão linear simples. A finalidade das variáveis independentes adicionais é melhorar a capacidade de predição em confronto com a regressão linear simples.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

em que:

$Y_i$ : Variável explicada (dependente);

$\beta_0$ : É uma constante, que representa a interceptação da reta;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1}$ : Coeficientes da regressão, em que cada um individualmente representa o impacto na média da variável resposta para cada aumento sucessivo em uma unidade da correspondente variável explicativa;

$X_1, X_2, \dots, X_{p-1}$ : Variáveis explicativas (independentes);

$\varepsilon_i$ : Termo (aleatório) correspondente ao erros de mensuração.

Em termos matriciais, é possível escrever o modelo geral da seguinte forma:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_{\sim} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

em que

$$\mathbf{Y}_{n \times 1} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad \underline{\beta}_{p \times 1} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \dots \\ \beta_{p-1} \end{bmatrix}, \quad \underline{\varepsilon}_{n \times 1} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_{n \times p} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2p} \\ 1 & X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3p} \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \dots & X_{n,p-1} \end{bmatrix},$$

Suposição do modelo genérico:  $E(\varepsilon) = 0$  e  $Var(\varepsilon) = \sigma^2 \mathbf{I}$   
O critério para a solução de MQQ agora é minimizar:

$$Q = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \dots - \beta_{p-1} X_{i,p-1})^2$$

O produto de um vetor pelo o seu transposto equivale à soma dos quadrado de seus elementos.

$$\begin{aligned} Q &= (Y - X\beta)^T(Y - X\beta) = (Y^T - X^T\beta^T)(Y - X\beta) \\ &= Y^TY - Y^TX\beta - \beta^TX^TY + \beta^TX^TX\beta \\ &= Y^TY - 2Y^TX\beta + \beta^TX^TX\beta \end{aligned}$$

A condição de primeira ordem para obtenção do mínimo de Q, implica na derivado em relação a  $\beta$  e igualá-la a zero, para obter o sistema de equações normais para regressão múltipla.

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta} = \frac{\partial Y^TY}{\partial \beta} - \frac{\partial 2Y^TX\beta}{\partial \beta} + \frac{\partial \beta^TX^TX\beta}{\partial \beta} = 0$$

$$-2(Y^TX)^T + 2X^TXb = 0$$

$$2X^TXb = 2(Y^TX)^T \implies X^TXb = (Y^TX)^T$$

$$b = (X^TX)^{-1}X^TY$$

## 3.2 Análise de Variância

A técnica mais utilizada para a verificação da adequação do ajuste do modelo de regressão é a Análise de Variância (ANOVA), que é baseada na soma dos quadrados das diferenças das observações em relação ao seu valor médio, representando dessa maneira uma medida da variabilidade total dos dados, dada pela fórmula:

$$SQT = SQRes + SQReg,$$

que na forma matricial fica

$$y^T y - n\bar{y}^2 = (\hat{\beta}^T X^T y - n\bar{y}^2) + y^T (I - H)y,$$

Em que o  $SQRes$  é a soma dos quadrados explicada pelo modelo de regressão,  $SQReg$  é a soma de quadrados residual, que não é explicada pelo modelo de regressão.

## 3.3 Coeficiente de Determinação

O coeficiente de determinação mede a proporção de variabilidade total observada para a variável resposta (Y).

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT}$$

O coeficiente de determinação, varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 melhor será o ajuste.

## 3.4 Diagnóstico na Análise de Regressão

O diagnóstico em análise de regressão refere-se em avaliar se o modelo de regressão é adequado para os dados, isto é para detectar problemas com o ajuste do modelo de regressão. Para avaliar um modelo de regressão, devem-se introduzir o importante conceito de resíduos (diferença entre o valor observado e o valor estimado):

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

Com base nos resíduos, vamos estudar os seguintes pressupostos para o modelo de regressão:

### 3.4.1 Linearidade da função de regressão

São análises de eleição a inspeção de gráficos do tipo resíduos versus valores ajustados.

### 3.4.2 Homocedasticidade (Homogeneidade de variância dos erros)

É o termo para designar variância constante dos erros  $\varepsilon_i$  para observações diferentes.

Vale ressaltar que a ausência de homoscedasticidade é chamada de heteroscedasticidade. Com isso, testamos a seguinte hipótese:

$$\begin{cases} H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 \\ H_1 : \text{pelo um menos } \sigma_i^2 \text{ é diferente} \end{cases}$$

### 3.4.3 Independência dos erros

Para verificar se os resíduos são independentes, podemos utilizar técnicas gráficas e testes. E pode ser feita através do gráfico dos resíduos versus a ordem da coleta dos dados, observando uma tendência dos pontos, ou seja, se os pontos tiverem um comportamento que se repete em determinado ponto do gráfico, temos indícios de dependência dos resíduos.

### 3.4.4 Normalidade dos erros

A normalidade dos resíduos é uma suposição essencial para que os resultados do ajuste do modelo de regressão linear sejam confiáveis.

O teste de Lilliefors é uma adaptação do teste de Kolmogorof-Smirnoff, usado para verificação de normalidade de um conjunto de dados. Parar testa a normalidade a partir de média e o desvio-padrão dos dados.

### 3.4.5 Matriz de projeção H e Alavancagem

A matriz de projeção H é justamente por ser fortemente utilizada nas técnicas de diagnóstico.

$$H = X(X^T X)^{-1} X^T$$

O  $h_{ii}$  mede a distância da observação  $y_i$  está das demais n-1 observações no espaço definido pelas variáveis explicativas e representa uma medida de alavancagem.

O  $h_{ii}$  só depende do valor das variáveis explicativas. Esse elemento mede a influência da  $i$ -ésima resposta sobre seu valor ajustado.

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{S_{xx}}$$

Se  $h_{ii} > 2p/n$ , então  $y_i$  é ponto de alavanca.

### 3.4.6 Detecção de outliers

Se o modelo é adequado para os dados, os resíduos observados devem refletir essas suposições.

- i) A relação entre  $y$  e as variáveis explicativas é aproximadamente linear;
- ii) O erro tem média zero e variância  $\sigma^2$ , desconhecida;
- iii) Os erros são não correlacionados;
- iv) Os erros têm distribuição normal;

### 3.4.7 Resíduos

Uma das técnicas de diagnóstico é a análise de resíduos. O resíduo para a  $i$ -ésima observação é obtido através da função a seguir:

$$r_i = y_i - \hat{\mu}$$

Também Conhecido de resíduo ordinário da variável resposta do modelo. Quanto maior for  $h_{ii}$  (alavancagem) menor será a variabilidade do resíduo.

A solução encontrada é comparar os resíduos de forma padronizada, então obtém-se o resíduo padronizado pela seguinte maneira:

$$r_i^* = \frac{y_i - \hat{\mu}}{\sqrt{\sigma^2(1-h_{ii})}}$$

Caso o modelo de regressão esteja correto todos os resíduos terão a mesma variância e serão adequados para a verificação de normalidade e homocedasticidade dos erros.

Quando  $n$  é grande os resíduos semi-studentizados não diferem muito dos resíduos padronizados.

Quando o  $h_{ii}$  é alto, isto é, próximo de 1 e o resíduo é grande, o ponto pode ser um ponto influente.

### 3.4.8 Resíduos Studentizado

É baseada na estimativa de variância para os erros removendo a  $i$ -ésima observação.

$$t_i = \left( \sqrt{\frac{n-p-1}{n-p-r_i^{*2}}} \right) r_i^*$$

$t_i$  tem distribuição t-student com  $n-p-1$  graus de liberdade. É um teste de hipótese para ponto aberrante.

Compara-se o valor absoluto de  $t_i$  com  $t(\alpha/2, n-p-1)$ . Se o  $t_i$  observado for maior, o ponto é um outliar.

Um outliar é uma observação que apresenta um grande afastamento dos demais dados.

### 3.4.9 Pontos de Influência

Apresentam-se agora algumas medidas de diagnóstico mais utilizadas na avaliação do grau de dependência entre  $\hat{\beta}$  e cada uma das observações.

A distância de Cook mede a influência da observação  $i$  sobre todos  $n$  valores ajustados, obtida através da equação dada por:

$$D_i = \frac{h_{ii}}{p(1-h_{ii})} r_i^*$$

Percebemos que  $D_i$  é grande quando ou resíduos  $e_i$  é grande, a leverage  $h_i$  é grande ou ambos. Destacamos as observações quando  $D_i > 1$ .

### 3.4.10 Multicolinearidade

Se mais de duas covariáveis são altamente correlacionadas (2 a 2), multicolinearidade está presente nos dados

Técnicas para identificar multicolinearidade:

- i) Gráfico de  $X_i$  versus  $X_j$  ( $i \neq j$ ), pontos do gráfico ao redor de uma reta imaginária.
- ii) Matriz de correlação amostral das covariáveis.

$$\mathbf{r}_{XX} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \ddots & r_{2p} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \ddots & 1 \end{bmatrix},$$

com  $r_{ij} = \text{Cor}(X_i, X_j)$ ,  $i \neq j$

- iii) Quando o sinal de alguma estimativa de  $\beta_j$  é contrario ao teoricamente suposto, multicolinearidade pode estar presente.



### 3.5 Método de Stepwise

O método baseia-se num algoritmo misto de inclusão e eliminação das variáveis explicativas segundo a importância das mesmas de acordo com algum critério estatístico. [OLIVEIRA, CAMILA RAVENA]

O critério para adicionar ou remover uma variável em qualquer etapa é geralmente expresso em termos de um teste parcial F.

#### **Problemas com a regressão stepwise:**

Quando duas variáveis preditoras são altamente correlacionadas, é possível que apenas uma fique no modelo mesmo se a outra for importante;

Como o procedimento ajusta muitos modelos, ele pode selecionar aqueles que ajustam os dados bem apenas por acaso;

A regressão stepwise pode não para necessariamente com o modelo com o valor  $R^2$  mais alto possível para um número especificado de preditores;

Procedimentos automáticos não consideram conhecimento especializado que o analista poderia ter sobre os dados. Por isso o modelo selecionado pode não ser o melhor sob um ponto de vista prático.

### 3.6 Critério de Informação de Akaike (AIC)

Akaike (1974), mostrou que o viés é dado assintoticamente por  $p$ , em que  $p$  é o número de parâmetros a serem estimados no modelo. Como o logaritmo da função de verossimilhança cresce com o aumento do número de parâmetros do modelo, uma proposta seria encontrarmos o modelo com menor valor da seguinte função:

$$AIC = L(\hat{\beta}) + p$$

em que  $p$  denota o número de parâmetros.

No caso do modelo normal linear podemos mostrar que  $AIC$  fica expresso, quando  $\sigma^2$  é desconhecido, na forma

$$AIC = n \log \sum_{i=1}^n (y - \hat{\mu}_i)^2 + 2p$$

### 3.7 Teste de Bonferroni

Um método de comparação múltipla proposto por Fisher, consiste na realização de um teste  $t$  para cada par de médias a uma taxa de erro por comparação.

O teste de Bonferroni pode ser utilizado para qual conjuntos de dados balanceados ou não balanceados. Não é um teste exato, sendo baseado em uma aproximação conhecida como primeira desigualdade de Bonferroni.

o teste de Bonferroni considera duas médias significativamente diferentes se o valor absoluto de suas diferenças amostrais ultrapassar para amostras de tamanho iguais, ou seja, dados balanceados e para tamanhos de amostras diferentes, ou seja dados não balanceados.

## Capítulo 4

# Resultados e Discussões

O banco de dados considerado neste trabalho foi obtido do site do IDSUS, disponível em [www.saude.gov.br/idsus](http://www.saude.gov.br/idsus), e contém informações dos indicadores de 5565 municípios brasileiros sendo 14 de acesso potencial ou obtido e 10 de efetividade. Os softwares utilizados deste trabalho foram os seguintes: Microsoft Excel 2010, o TabWin e os softwares estatístico R versão 3.2 e o SSPS versão 20.

Para cada município, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresenta um código composto de 7 dígitos, sendo os dois primeiros referentes ao código do estado. Através do mesmo, realizamos a técnica de linkage, ou seja, adicionar outras variáveis dos bancos de dados retirados dos sites DATASUS e Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD), são elas: Média de equipes de saúde da família por município no ano de 2011, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Renda per capita (2010), Mortalidade infantil (2010), Mortalidade até 5 anos de idade (2010), Probabilidade de sobrevivência até 40 anos (2010), Probabilidade de sobrevivência até 60 anos (2010), Taxa de fecundidade total (2010), Razão de dependência (2010), Taxa de envelhecimento (2010), percentual da população em domicílios com água encanada (2010), percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada (2010), percentual da população em domicílios com coleta de lixo (2010), percentual da população em domicílios com energia elétrica (2010), percentual da população em domicílios com densidade menor do que 2 (2010), Notificações de casos de Hepatites Virais (2011), Notificações de casos de leptospirose (2011), Notificações de casos de Malaria (2011), Notificações de casos de meningite (2011), Notificações de casos de Sífilis congênita (2011) e Notificações de casos de Dengue (2011).

O Brasil possui uma enorme extensão territorial com uma área de 8.514.876  $km^2$  e é dividido em cinco regiões, a saber Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro Oeste, cuja uma breve descrição e dada a seguir:

A região Norte é composta pelos estados de Roraima, Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Tocantins, sua área compreende a 45,2 % do território nacional, com uma população de 16,3 milhões de habitantes segundo a censo de 2010;

A região Nordeste é composta pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Sua área extensão é de 18,2 % do território nacional. Com uma população de aproximadamente 53.081.950 habitantes (Censo 2010), esses estão distribuídos em nove estados.

A região Centro-Oeste é composta pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e pelo Distrito Federal. Sua extensão territorial é de 18,8 % do território nacional. Sua população é de 14.058.094 habitantes (Censo 2010).

A região Sudeste é composta pelos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Sua extensão territorial é 10,9 % do território nacional, sua população de 80.364.410 habitantes (Censo 2010).

A região Sul é composta pelos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, sua extensão territorial é 6,8 % do território nacional Sua população é estimada em 27,3 milhões de habitantes.

Na Figura 1 abaixo, nos mostra de maneira geral a sua situação do SUS nas cinco regiões brasileiras.

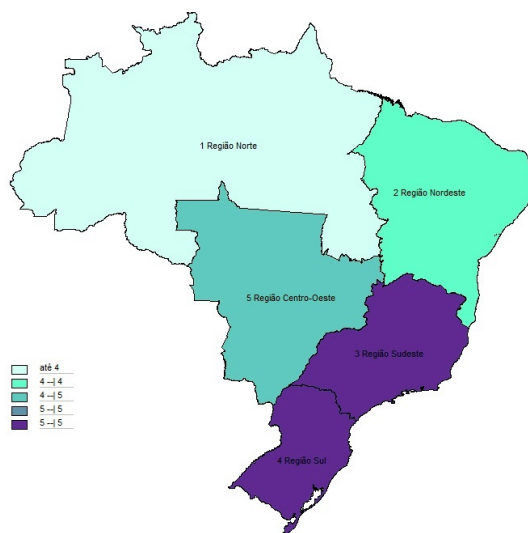


Figura 4.1: Média global dos indicadores por regiões brasileiras

Com os 24 indicadores do IDSUS, foi criado um indicador média global, em que na região Norte apresenta uma nota mínima igual a 2,68 e uma

máxima de 6,06; na região Nordeste apresenta uma nota mínima igual a 2,42 e uma máxima de 6,84, na região Sudeste apresenta uma nota mínima igual a 3,23 uma máxima de 7,46, a região Sul apresenta uma nota mínima igual a 3,33 e uma máxima de 7,45, a região Centro Oeste apresenta uma nota mínima igual a 3,61 e uma máxima de 7,13.

A seguir podemos observar a medida de posição mais utilizada e a mais intuitiva a média, para cada um dos indicadores por regiões brasileiras.

Tabela 4.1: Média dos indicadores do IDSUS

Indicadores	Norte	Centro Oeste	Nordeste	Sul	Sudeste
COBATB	7,3	8,5	9,0	8,4	8,0
COBATBUC	8,0	9,5	9,4	8,8	8,6
PRPRENAT7	3,9	7,3	5,0	8,4	7,9
PRPRENAT4-6	1,8	0,6	1,5	0,3	0,5
PRPRENAT1-3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
RZCITO	5,5	7,1	7,0	8,1	7,7
RZMAMOGR	0,7	0,8	1,4	4,8	4,2
RZPAMC	0,6	0,9	1,2	1,7	2,3
RZINTCCMC	6,5	6,9	6,0	7,9	6,6
RZPAAC	1,5	2,2	1,8	3,8	3,9
RZINTCCAC	1,5	2,6	2,2	6,0	4,2
PRACHOACD	5,2	6,4	5,4	6,2	7,3
PRPAMCNR	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
PRPAACNR	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PRINTMCNR	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
PRINTACNR	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
PRISAB	7,5	7,9	7,1	8,7	8,5
TXSICONG	5,1	5,8	5,3	5,8	7,1
PRCURATB	8,2	8,1	7,9	7,8	8,6
PRCURAHANS	8,7	8,5	8,2	8,9	9,1
COBTETRAV1	8,5	9,1	9,0	8,9	9,4
MESCOVDS	2,3	3,0	1,9	3,1	4,0
PREXODON	5,3	7,1	5,3	7,4	8,3
PRPARTON	7,8	5,5	7,9	5,5	5,7
PROBM15UTI	5,9	7,1	5,9	9,7	9,0
PROBIAM	6,4	6,4	7,0	6,9	6,4

Com os 24 indicadores do IDSUS, foi criado um indicador média global, em que na região Norte apresenta uma nota mínima igual a 2,68 e uma máxima de 6,06; na região Nordeste apresenta uma nota mínima igual a 2,42 e uma máxima de 6,84, na região Sudeste apresenta uma nota mínima igual a 3,23 uma máxima de 7,46, a região Sul apresenta uma nota mínima igual a 3,33 e uma máxima de 7,45, a região Centro Oeste apresenta uma nota mínima igual a 3,61 e uma máxima de 7,13.

O indicador de média global será a nossa variável resposta para o modelo de regressão linear múltipla, foi realizado um teste de normalidade de Lilliefors e podemos concluir, ao nível de 95%, que a variável possui normalidade (p-valor igual a 0,02633). A figura a seguir apresenta o histograma do indicador global.

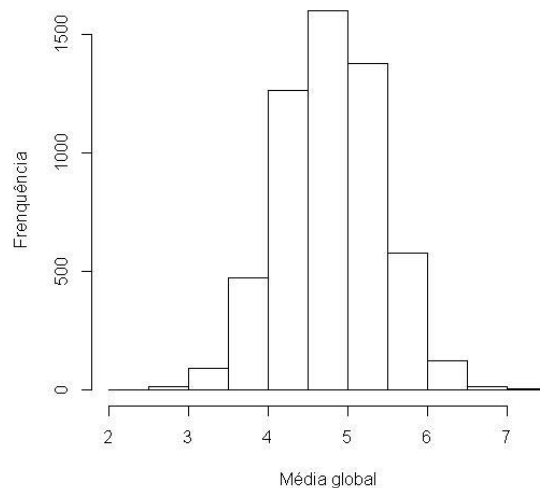


Figura 4.2: Histograma do indicador média global

Para encontrar o melhor modelo que explique o indicador global em função das demais variáveis, foi considerado o método stepwise, uma técnica mista de inclusão e eliminação das variáveis explicativas. Como um critério simples de análise para escolha das variáveis mais importantes, foi considerado o critério de informação de Akaike (AIC). Com base neste critério foram escolhidas as seguintes variáveis para explicar a variável resposta (modelo obteve uma medida do AIC igual a -10165.04):

- x4: Cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde bucal;
- x7: Proporção nascidos vivos de mães com 1 a 3 consultas de pré-natal;

- x8: Razão de exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e a população da mesma faixa etária;
- x9: Razão de exames de mamografia realizados em mulheres de 50 a 69 anos e população da mesma faixa etária;
- x10: Razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente;
- x11: Razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente;
- x13: Razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residente;
- x15: Proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade realizados para não residentes
- x17: Proporção de internações de média complexidade realizadas para não residentes;
- x18: Proporção de internações de alta complexidade realizadas para não residentes;
- x19: Proporção de internações sensíveis a atenção básica;
- x23: Cobertura com a vacina tetravalente em menores de 1 ano;
- x24: Média da ação coletiva de escovação dental supervisionada;
- x25: Proporção de exodontia em relação aos procedimentos;
- x26: Proporção de parto normal;
- x55: Taxa de envelhecimento (2010);
- x56: % da população em domicílios com água encanada (2010);
- x58: % da população em domicílios com coleta de lixo (2010);
- x59: % da população em domicílios com energia elétrica (2010);
- x68: Variável Dummy para a Região Centro Oeste;
- x69: Variável Dummy para a Região Norte;
- x74: Notificações de casos de malária 2011;

Tabela 4.2: Estimativas do modelo ajustado

	Estimativas	Erro Padrão	Estatística t	p-valor
Intercepto	1.8538	0.1364	13.59	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_1(x4)$	0.0137	0.0026	5.36	$8.10 \times 10^{-08}$
$\beta_2(x7)$	-1.1415	0.1467	-7.78	$2.70 \times 10^{-14}$
$\beta_3(x8)$	0.0311	0.0025	12.19	$2.20 \times 10^{-16}$
$\beta_4(x9)$	0.0302	0.0029	10.35	$2.20 \times 10^{-16}$
$\beta_5(x10)$	0.0276	0.0037	7.37	$1.50 \times 10^{-12}$
$\beta_6(x11)$	0.0431	0.0028	15.50	$2.20 \times 10^{-16}$
$\beta_7(x13)$	0.0385	0.0036	10.64	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_8(x15)$	0.0492	0.0100	4.94	$7.96 \times 10^{-07}$
$\beta_9(x17)$	0.0515	0.0105	4.91	$1.10 \times 10^{-06}$
$\beta_{10}(x18)$	-0.0262	0.0118	-2.22	0.0268
$\beta_{11}(x19)$	0.0564	0.0038	14.81	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_{12}(x23)$	0.0287	0.0027	10.60	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_{13}(x24)$	0.0290	0.0017	17.31	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_{14}(x25)$	0.0369	0.0019	19.44	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_{15}(x26)$	0.0158	0.0036	4.37	$2.26 \times 10^{-05}$
$\beta_{16}(x55)$	-0.0137	0.0028	-4.90	$1.79 \times 10^{-05}$
$\beta_{17}(x56)$	0.0049	0.0005	10.59	$2.22 \times 10^{-16}$
$\beta_{18}(x58)$	0.0025	0.0006	4.14	$3.96 \times 10^{-05}$
$\beta_{19}(x59)$	0.0042	0.0012	3.56	$4.00 \times 10^{-05}$
$\beta_{20}(x68)$	-0.1842	0.0227	-8.11	$1.60 \times 10^{-15}$
$\beta_{21}(x69)$	-0.2424	0.0243	-9.97	$2.2 \times 10^{-16}$
$\beta_{22}(x74)$	0.0842	0.0280	3.00	0.0027

A constante do modelo final é de 1,8538 com um p-valor  $p < 0,000$ , ou seja, sobrestima o valor real do parâmetro  $\beta_0 = 1$ . Agora analisar os coeficientes associados às variáveis independentes do modelo final, todas as variáveis do modelo foram significantes ao nível de 5% de confiança.

O teste da ANOVA para o modelo de regressão múltipla com uma variável resposta e 22 variáveis independentes, em que todas as variáveis foi significativa para todos os níveis, com um coeficiente de determinação igual a 0,6165, ou seja, possui um poder de explicação de 61,65%.

O valor de  $\beta_1$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de cobertura populacional estimada pelas equipes básicas de saúde bucal, o indicador de média global cresce 0.0137 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_2$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção nascidos vivos de mães com 1 a 3 consultas de pré-natal, o



indicador de média global decresce 1,1415 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_3$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de razão de exames citopatológicos do colo do útero em mulheres de 25 a 59 anos e a população da mesma faixa etária, o indicador de média global cresce 0.0311 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_4$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de razão de exames de mamografia realizados em mulheres de 50 a 69 anos e população da mesma faixa etária, o indicador de média global cresce 0.0302 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_5$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de razão de procedimentos ambulatoriais selecionados de média complexidade e população residente, o indicador de média global cresce 0.0276 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_6$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de razão de internações clínico-cirúrgicas de média complexidade e população residente, o indicador de média global cresce 0.0431 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_7$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de razão de internações clínico-cirúrgicas de alta complexidade e população residente, o indicador de média global cresce 0.0385 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_8$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de procedimentos ambulatoriais de média complexidade realizados para não residentes, o indicador de média global cresce 0.0492 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_9$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de internações de média complexidade realizadas para não residentes, o indicador de média global cresce 0.0515 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{10}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de internações de alta complexidade realizadas para não residentes, o indicador de média global decresce 0.0262 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{11}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de internações sensíveis a atenção Básica, o indicador de média global cresce 0.0564 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{12}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de cobertura com a vacina tetravalente em menores de 1 ano, o indicador de média global cresce 0.0287 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{13}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de média da ação coletiva de escovação dental supervisionada, o indicador de média global cresce 0.0290 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{14}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de exodontia em relação aos procedimentos, o indicador de média global cresce 0.0369 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{15}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de proporção de parto normal, o indicador de média global cresce 0.0158 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{16}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de taxa de envelhecimento (2010), o indicador de média global decresce 0.0137 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{17}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de % da população em domicílios com água encanada (2010), o indicador de média global cresce 0.0049 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{18}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de % da população em domicílios com coleta de lixo (2010), o indicador de média global cresce 0.0025 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{19}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de % da população em domicílios com energia elétrica (2010), o indicador de média global cresce 0.0042 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{20}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para a região Centro Oeste, o indicador de média global decresce 0.1842 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{21}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para a região Norte, o indicador de média global decresce 0.2424 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O valor de  $\beta_{22}$  indica que cada acréscimo de uma unidade para o indicador de notificações de casos de malária 2011, o indicador de média global cresce 0.0842 unidades, mantendo as demais variáveis constantes.

O gráfico Normal QQ, que representa os quantis empíricos e amostrais, como objetivo verificar se os resíduos apresentam distribuição normal.

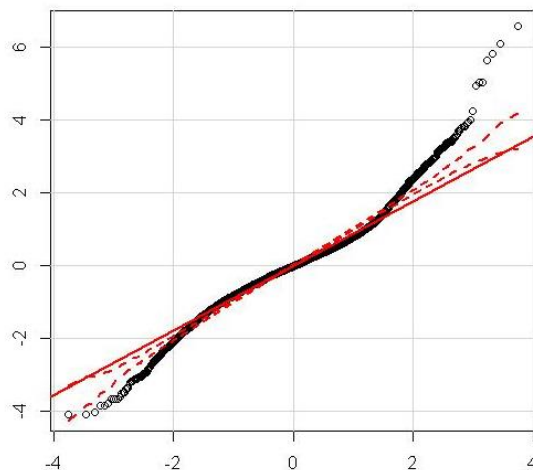


Figura 4.3: Gráficos do Normal QQ

Podemos concluir através do gráfico Normal QQ, que os resíduos apresentam realmente uma normalidade.

O gráfico dos resíduos a ser analisado é o dos valores ajustados versus os valores dos resíduos na Figura 4.4. Percebe-se, ainda, a presença de alguns candidatos a outliers, cujos resíduos estão afastados mais de 2 desvios padrão do zero.

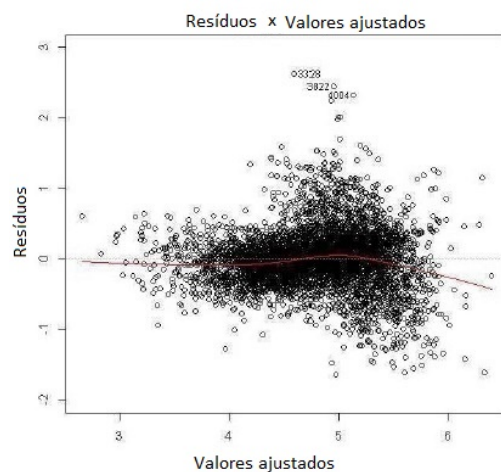


Figura 4.4: Valores ajustados x resíduos do modelo

A Figura 4.4, também nos mostra a presença de homocedasticidade nos resíduos, foi realizado um teste studentized Breusch-Pagan que obteve um p-valor igual a  $2.22 \times 10^{-16}$ .

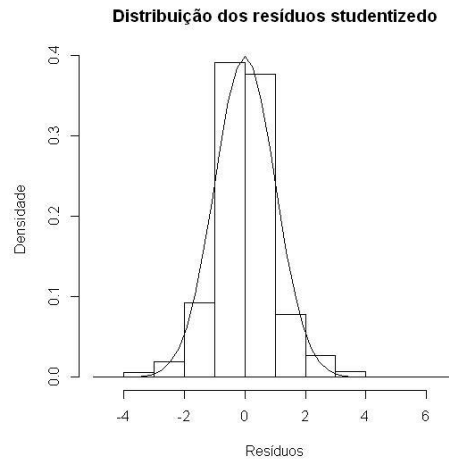


Figura 4.5: Distribuição Residual Studentizado

Pelo o gráfico distribuição residual studentizado, verifica-se que os resíduos assumir uma distribuição normal.

Os pontos de alavanca encontrados neste estudo, são os municípios de Muriaé-MG (2750), Barretos-SP (3329) e Curitiba-PR (4005).

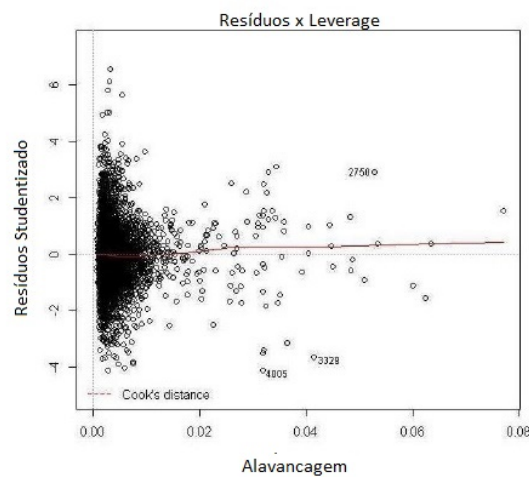


Figura 4.6: Gráfico de Alavacagem

A distância de Cook teve com objetivo medir o efeito de excluir e verificar a validação dos municípios.

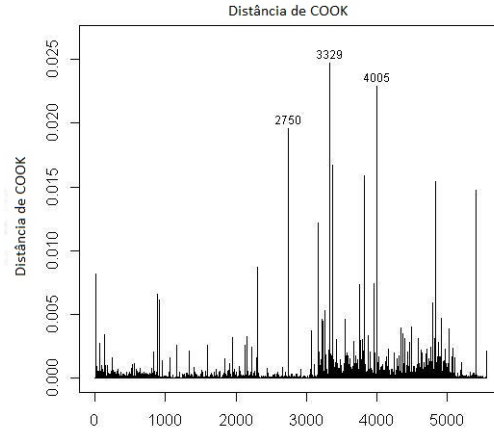


Figura 4.7: Gráfico da Distância de COOK

Segundo o teste de Bonferroni apresentado na tabela a seguir, pode-se concluir a presença de 7 outliers, pois rejeitamos a hipótese de que as observações não são outliers.

Tabela 4.3: Avaliando os Outliers

Município	p-valor	Bonferroni p
3328	$4.959 \times 10^{-11}$	$2.760 \times 10^{-07}$
3822	$9.788 \times 10^{-10}$	$5.447 \times 10^{-06}$
4004	$6.286 \times 10^{-09}$	$3.498 \times 10^{-05}$
3753	$1.795 \times 10^{-08}$	$9.988 \times 10^{-05}$
3552	$4.862 \times 10^{-07}$	$2.706 \times 10^{-03}$
3330	$4.954 \times 10^{-07}$	$2.757 \times 10^{-03}$
3592	$7.406 \times 10^{-07}$	$4.121 \times 10^{-03}$

Os municípios de Barra do Turvo (3328), São José do Rio Pardo (3822), Ribeirão Pires (3753), Botucatu (3552), Barrinha (3330), Mariápolis (3592) ambos são do estado de São Paulo e o município de Cruzmaltina (4040) no estado do Paraná, isto é, os mesmos estão muito afastados do demais.

Neste trabalho podemos identificar os indicadores do IDSUS e as variáveis mais importantes, através de método stepwise para explicar a situação da saúde pública do Brasil em 2011. Foi encontrado os municípios mais influentes, são eles: Muriaé-MG, Barretos-SP e Curitiba-PR.

## Capítulo 5

### Considerações Finais

O presente trabalho mostrou um retrato da saúde pública no Brasil referente ao ano de 2011. A saúde pública sempre esteve em evidência no cenário mundial, dados que vários modelos de cuidado são conduzidos de acordo com as políticas e os padrões econômicos dos países. [OLIVEIRA, LILIAN RIBEIRO].

Os resultados mostraram que as variáveis que contribuem para uma diminuição do indicador global, em média, são os seguintes: Proporção de nascidos vivos de mães com 1 a 3 consultas de pré-natal, proporção de internações de alta complexidade realizada para os não residentes do Brasil, as variáveis Dummy da regiões Centro-Oeste e Norte.

O indicador de média global apresentou um pior desempenho da região Norte em comparação às demais regiões. Para as demais regiões, verificou-se evidência de que o indicador de desempenho em média é afetado da mesma forma pelas variáveis escolhidas pelo método stepwise. Para as demais variáveis selecionadas, verificou-se evidência de que estas contribuem para um aumento efetivo do indicador global, sendo estas as mais importantes a serem consideradas em um eventual acréscimo de investimentos que podem ser feitos pelo governo federal.

É importante ressaltar que as regiões que tiveram maior índice de desempenho global foram as seguintes: regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul.

A partir dos resultados encontrados neste estudo, foi possível contribuir para melhorar o desempenho dos indicadores de saúde, e apontar quais indicadores são de fato mais diretamente relacionados à qualidade dos serviços prestados pelo SUS à população, e que merecem maior atenção dos gestores públicos.

# Referências Bibliográficas

- [1] Morman R. Draper, Harry Smith *Applied Regression Analysis*, (1996).
- [2] Simon J. Sheather, *A Modern Approach To Regression with R*, (1998).
- [3] S. R. SEARLE, *Linear Models*, (1997).
- [4] J. NETER, M.H KUTNER, C.J. NACHTSHEIN, W. WASSERMAN, *Applied Linear Statistical Models*, (1996).
- [5] Alexandre Serra Barreto, *Modelo de regressão: Teoria e Aplicação com programa Estatístico R*, (2011).
- [6] APRESENTAÇÃO IDSUS (2015), Disponível no site: [www.saude.gov.br/idsus](http://www.saude.gov.br/idsus).
- [7] FICHA TÉCNICA DOS INDICADORES (2013), Disponível no site: [www.saude.gov.br/idsus](http://www.saude.gov.br/idsus)
- [8] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Disponível no site do [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado no dia 4 de março de 2016
- [9] MINISTÉRIO DA SAÚDE, *Saúde da Família no Brasil* (2008).
- [10] LILIAN RIBEIRO DE OLIVEIRA, *Saúde Pública no Brasil: proposta de um modelo de avaliação de custo efetividade utilizado o IDSUS* (2014).
- [11] CLEDIS MARIA SANGIOVO OTTONELLI, *Qual a contribuição da pactuação de indicadores para a gestão local*, (2004).
- [12] P.T.R. OLIVEIRA, P.E.G. SELLERA, A.T.REIS, *O Monitoramento e a Avaliação na Gestão do Ministério da Saúde*, (2011).
- [13] CAMILA RAVENA DE OLIVEIRA, *Análise da Evasão Escolar na Universidade Federal da Paraíba*, (2015).

- [14] OLÍMPIO J. NOGUEIRA V. BITTAR, *Indicadores de qualidade e quantidade em saúde, (2001).*
- [15] INDICADORES DE SAÚDE E A RIPSa, *Disponível no site do [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br). Acessado no dia 3 de junho de 2016*
- [16] MICHAEL J.CRAWLEY, *The R Book, Junho 2007.*



# Capítulo 6

## Anexos

### 6.1 A rotina do programa R

```
rm(list = ls())
library(tcltk) # TCL/TK para abrir o bd
library(foreign) #Para abrir o bd em arquivo do SPSS
library(nortest) #Para rodar o teste de lilliefors

dados<-read.spss("D:\\TCC\\banco_final.sav",use.value.labels = FALSE)
dados=data.frame(dados)
dados$ghm=as.factor(dados$ghm)
dados$uf=as.factor(dados$uf)
dados$UFnew=as.factor(dados$UFnew)
dados$REGIAO=as.factor(dados$REGIAO)
attach(dados)
names(dados)
summary(dados)

##### Variáveis #####
#Variáveis#
x3<-dados[,3]
x4<-dados[,4]
x5<-dados[,5]
x6<-dados[,6]
x7<-dados[,7]
x8<-dados[,8]
x9<-dados[,9]
```

```
x10<-dados[,10]
x11<-dados[,11]
x12<-dados[,12]
x13<-dados[,13]
x14<-dados[,14]
x15<-dados[,15]
x16<-dados[,16]
x17<-dados[,17]
x18<-dados[,18]
x19<-dados[,19]
x23<-dados[,23]
x24<-dados[,24]
x25<-dados[,25]
x26<-dados[,26]
x27<-dados[,27]
x28<-dados[,28]
x33<-dados[,33]
x34<-dados[,34]
x35<-dados[,35]
x36<-dados[,36]
x43<-dados[,43]
x44<-dados[,44]
x45<-dados[,45]
x46<-dados[,46]
x47<-dados[,47]
x48<-dados[,48]
x49<-dados[,49]
x50<-dados[,50]
x51<-dados[,51]
x52<-dados[,52]
x53<-dados[,53]
x54<-dados[,54]
x55<-dados[,55]
x56<-dados[,56]
x57<-dados[,57]
x58<-dados[,58]
x59<-dados[,59]
x60<-dados[,60]
x67<-dados[,67]
x68<-dados[,68]
x69<-dados[,69]
```

```

x70<-dados[,70]
x71<-dados[,71]
x72<-dados[,72]
x73<-dados[,73]
x74<-dados[,74]
x75<-dados[,75]
x76<-dados[,76]
x77<-dados[,77]

matrizx=data.frame(x4, x7, x8, x9, x10, x11, x13, x15,
x17, x18, x19, x23, x24, x25, x26, x28, x55, x56, x58,
x59, x60, x68, x69, x74)

###Regressões###
cor(matrizx)

#Rodar uma regressão onde media_para é a variável resposta
y<-x67 ## média global dos indicadores ##
#Teste de normalidade#
t2<- lillie.test(y) # Lilliefors
t2
hist(y,ylab="Frequência",xlab="Média global")

#### A variavel tem normalidade##

#Rodar uma regressão onde media_para é a variável resposta
ajuste<-lm(y~ x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9+x10+x11+x12+x13+x14+
x15+x16+x17+x18+x19+x23+x24+x25+x26+x27+x28+x33+x34+x35+
x36+x43+x44+x48+x51+x52+x53+x54+x55+x56+x58+x59+x60+x68+
x69+x70+x71+x72+x73+x74+x75+x76)

summary(ajuste)

###FAZER A SELEÇÃO DO MELHOR MODELO
#step(ajuste)

mod2=lm(y ~ x4 + x7 + x8 + x9 + x10 + x11 + x13 + x15 +
x17 + x18 + x19 + x23 + x24 + x25 + x26 + x28 + x55 + x56 +
x58 + x59 + x68 + x69 + x74)
summary(mod2)

```

```

#Testar a adequação global do modelo de regressão proposto.
## Analise de Variância -- ANOVA
a=aov(mod2)
anova(a) # Teste F
summary.lm(a)

# Avaliando os Outliers
library(car)
outlierTest(a) # p- valor Bonferonni para obs mais extremas
qqPlot(a, main="QQ Plot") #plot QQ para resid studentized
#leveragePlots(mod) # leverage plots

ard=ls.diag(mod2)
respadron = ard$std.res
hi = ard$hat #medidas de alavanca
cook = ard$cooks #medidas de influencia
dfits= ard$dfits #medidas de influencia

# Distância de Cook
# identify D values > 4/(n-k-1)
cutoff <- 4/((nrow(mtcars)-length(a$coefficients)-2))
plot(mod2, which=4, cook.levels=cutoff)

#Normalidade dos resíduos
# qq plot for studentized resid
qqPlot(mod2, main="QQ Plot")

# Distribuição dos resíduos studentized
library(MASS)
sresid <- studres(mod2)
hist(sresid, ylab="Densidade",xlab="Resíduos",
freq=FALSE,main="Distribuição dos resíduos studentizado")
xmod<-seq(min(sresid),max(sresid),length=40)
ymod<-dnorm(xmod)
lines(xmod, ymod)

# Avaliar homoscedasticidade
# non-constant error variance test
ncvTest(mod2)

```

```
# O gráfico diagnóstico padrão para checar homocedasticidade.
plot(fitted(mod2), resid(mod2), xlab="Fitted values", ylab="Residuals",
main="Residuals vs Fitted")

library(lmtest)
bptest(mod2)

# Avaliar Colinearidade
vif(mod2) #fatores de inflação variância
sqrt(vif(mod2)) > 2

# Teste para erros autocorrelacionados
durbinWatsonTest(mod2)
```